

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Aktenzeichen: 102 33 123.5

Anmeldetag: 20. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: Philips Corporate Intellectual Property
GmbH, Hamburg/DE

Bezeichnung: Einrichtung zur dynamischen Anpassung der
Impedanz zwischen einem Leistungsverstärker und
einer Antenne

IPC: H 01 P 1/32

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 03. April 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag

Faust



ZUSAMMENFASSUNG

Einrichtung zur dynamischen Anpassung der Impedanz zwischen einem Leistungsverstärker und einer Antenne

5 Eine Einrichtung zur dynamischen Anpassung der Impedanz zwischen einem Leistungsverstärker und einer Antenne, mit

- einem Zirkulator (210), welcher ein vom Leistungsverstärker (10) an einem ersten Port erhaltenes Signal über einen zweiten Port an die Antenne (30) leitet und das an der Antenne (30) reflektierte, am zweiten Port erhaltene Signal durch einen dritten Port ableitet; und
- einem steuerbaren Anpassungsnetzwerk (24, 240, 250);

15 ist dadurch gekennzeichnet, dass

ein Richtkoppler (200) einen Anteil des von dem Leistungsverstärker (10) zur Antenne (30) laufenden Signals, aus dem Betrag und Phase des Signals ableitbar sind, an einen Signaldetektor (220) auskoppelt; und

20

der Zirkulator (210) das gesamte an der Antenne (30) reflektierte Signal in den Signaldetektor (220) leitet;

wobei der Signaldetektor (220) Betrag und Phase sowohl des zur Antenne (30) laufenden als auch des an der Antenne (30) reflektierten Signals an einen Controller (230) gibt, welcher die vom Signaldetektor (220) erhaltene Information auswertet, um den gegenwärtigen Impedanzwert der Antenne (30) zu ermitteln und das steuerbare Anpassungsnetzwerk (24, 240, 250) mit aktiven und passiven Komponenten entsprechend dem ermittelten Impedanzwert der Antenne (30) zu korrigieren.

BESCHREIBUNG

Einrichtung zur dynamischen Anpassung der Impedanz zwischen einem Leistungsverstärker und einer Antenne

- Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur dynamischen Anpassung der Impedanz zwischen einem Leistungsverstärker und einer Antenne, mit einem Zirkulator, welcher ein vom Leistungsverstärker an einem ersten Port erhaltenes Signal über einen zweiten Port an die Antenne leitet und das an der Antenne reflektierte, am zweiten Port erhaltene Signal durch einen dritten Port ableitet, und einem Anpassungsnetzwerk.
- 10 Die drahtlose Funkvernetzung ist eine Schlüsseltechnologie der Telekommunikationsindustrie, deren Bedeutung durch die Einführung des UMTS (Universal Mobile Telecommunication/Telephony System)-Standards in den nächsten Jahren weiter zunehmen wird. Dieser Standard wird zunächst parallel zum alten GSM (Global System for Mobile Communications)-Standard existieren und diesen, wenn überhaupt, erst nach
- 15 und nach verdrängen. Die ersten UMTS-fähigen Mobilfunkgeräte, auch Geräte der dritten Generation genannt, werden daher in der Regel GSM-fähig sein und folglich zwei mehr oder weniger voneinander unabhängige Funksysteme beinhalten. Entsprechend steigen die Anforderungen der dabei verwendeten elektronischen Bauelemente bezüglich des Miniaturisierungsgrades und der Qualität der elektrischen
- 20 Eigenschaften, da nur wenige Komponenten von beiden Funksystemen gleichzeitig benutzt werden können.

- Um die Funktionsfähigkeit eines UMTS-Netzes zu gewährleisten, ist es unabdingbar, dass die teilnehmenden Mobilfunkgeräte eine intelligente Regelung der Sendeleistung
- 25 vornehmen können. Der Grund dafür liegt in dem verwendeten Modulations- bzw. Zugriffsverfahren, dem sogenannten Wideband-CDMA (Code Division Multiple Access). Anders als bei GSM werden den Teilnehmern keine eigenen Funkkanäle zugewiesen, sondern jeder Teilnehmer benutzt jeweils das komplette Frequenzband.

Um die Signale der verschiedenen Teilnehmer dennoch unterscheiden zu können, wird jedem ein Code zugewiesen, den sowohl der Teilnehmer als auch die Basisstation zur Modulation benutzen. Damit zwei verschiedene Teilnehmer sich nicht gegenseitig stören, müßten ausschließlich sogenannte orthogonale Codes verwendet werden, von denen allerdings nur eine geringe Anzahl zur Verfügung steht. Daher werden in jedem UMTS-Netz auch nicht-orthogonale Codes verwendet. Dann aber muß die Basisstation in der Lage sein, die Sendeleistung eines Störers herunterzuregeln. Diese Kontrollierbarkeit der Sendeleistungen ermöglicht überhaupt erst das einwandfreie Funktionieren eines UMTS-Netzes.

10

Beim GSM-Standard wird zwar ebenfalls die Sendeleistung der Teilnehmers heruntergeregelt, jedoch nur dann, wenn ein guter Empfang zur Basisstation besteht. Die Regelung der Sendeleistung dient daher lediglich der Erhöhung der Gesprächszeiten der Mobilfunkgeräte.

15

Letzeres ist allerdings auch für UMTS-Geräte ein ungleich wichtigeres Thema als für GSM-Geräte. Da beim Wideband-CDMA-Verfahren nicht mit Zeitschlitten gearbeitet wird, während derer gesendet bzw. empfangen werden darf, sondern die Empfänger ständig empfangsbereit sind und Senden und Empfangen gleichzeitig vonstatten geht, ist der Energieverbrauch bei UMTS-Geräten höher. Um lange Standby- und Gesprächszeiten zu garantieren, muß auf einen sparsamen Umgang mit der Batterieleistung geachtet werden.

20

Ein für das Leistungsmanagement wichtiger Teil der Hochfrequenzschaltung ist das sogenannte Anpassungsnetzwerk zwischen dem Ausgang des Hochfrequenzverstärkers und der Antenne. Es sorgt dafür, dass die Ausgangsimpedanz dieses Leistungsverstärkers auf die Eingangsimpedanz der Antenne angepaßt wird. Eine solche Anpassung ist notwendig, da andernfalls ein Teil der Leistung bereits am Eingang der Antenne reflektiert wird und auf den Ausgang des Leistungsverstärkers zurückfällt. Ein Teil der Leistung steht als Sendeleistung nicht mehr zur Verfügung. Wird der Teil der zurück-

25

30

gestreuten Leistung zu groß, können darüberhinaus durch Rückkopplung Oszillationen entstehen, so dass die Funkverbindung letztlich abbringt. Die Eingangsimpedanz der Antenne eines Mobilfunkgerätes ist keine feste Größe, sondern hängt im starken Maße von ihrer Umgebung ab, beispielsweise auch davon, wie der Benutzer das Mobilfunk-
5 gerät hält. Bei einer statischen Impedanzanpassung, wie sie in existierenden Geräten die Regel ist, wird daher immer ein nicht unerheblicher Teil der Leistung bereits am Antenneneingang reflektiert und geht somit als Sendeleistung verloren.

10 Statische Impedanzanpassung wird beispielsweise gemäß der EP 1 076 374 A2 durchgeführt, indem ein Anpassungsnetzwerk mit passiven Komponenten, wie Kondensatoren, zur Verfügung gestellt, wobei ein Zirkulator Zugriff auf verschiedene Teile des Anpassungsnetzwerkes erlaubt.

15 Eine weitere Einrichtung zur Anpassung der Impedanz zwischen einem Leistungsverstärker und einer Antenne ist aus der EP 0 741 463 A2 bekannt. Es ist insbesondere vorgesehen, dass ein Zirkulator das von der Antenne reflektierte Signal letztlich zur Dissipation freigibt. Eine dynamische Anpassung findet auch hier nicht statt.

20 Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, eine Einrichtung zur dynamischen Anpassung der Impedanz zwischen einem Leistungsverstärker und einer Antenne, wie eingangs beschrieben, zur Verfügung zu stellen, die in der Lage ist, sich automatisch auf die augenblickliche Antennenimpedanz einzustellen. Diese Aufgabe wird durch eine Einrichtung nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

25 Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass ein Richtkoppler einen Anteil des von dem Leistungsverstärker zur Antenne laufenden Signales, aus dem Betrag und Phase des Signals ableitbar sind, an einen Signaldetektor auskoppelt und der Zirkulator das gesamte an der Antenne reflektierte Signal in den Signaldetektor leitet, wobei der
30 Signaldetektor Betrag und Phase sowohl des zur Antenne laufenden als auch des an der

Antenne reflektierten Signals an einen Controller gibt, welcher die von dem Signal-detektor erhaltene Information auswertet, um den gegenwärtigen Impedanzwert der Antenne zu ermitteln und das aktive und passive Komponenten enthaltende steuerbare Anpassungsnetzwerk entsprechend dem ermittelten Impedanzwert der Antenne zu

5 korrigieren. Unter Controller soll dabei ein üblicherweise in Halbleiterschaltungen verwendeter Mikro-Controller verstanden werden.

Nach der Erfindung wird somit sowohl das vom Leistungsverstärker zur Antenne laufende Signal als auch das an der Antenne durch Fehlanpassung reflektierte Signal

10 gemessen. Die Messung des zur Antenne laufenden Signals wird dabei mit Hilfe eines Richtkopplers realisiert, der einen kleinen Anteil der Leistung auskoppelt. Das ausgekoppelte Signal kann dann im folgenden detektiert werden. Eine solche Detektion wird üblicherweise bereits zur Kontrolle der Ausgangsleistung des Leistungsverstärkers eingesetzt. Das Problem bestand bisher in der Messung des reflektierten Signals, das

15 üblicherweise viel schwächer ist als das zur Antenne laufende Signal. Bei Verwendung nur eines Richtkopplers stände daher nur ein sehr schwaches Signal zur Detektion zur Verfügung, so dass eine aufwendige und teure Elektronik erforderlich wäre. Eine derartige Lösung käme bei Mobilfunkgeräten wohl nicht in Frage. Durch die erfindungsgemäße Verwendung des Zirkulators wird diese teure Elektronik umgangen. Der

20 Zirkulator sorgt dafür, dass für die Detektion des zurücklaufenden Signals das komplette Signal zur Verfügung steht, so dass sehr kostengünstige Elektronik zum Einsatz kommen kann. Darüber hinaus wird der Leistungsverstärker vor dem zurücklaufenden Signal geschützt. Die Stabilität und Linearität des Leistungsverstärkers werden dadurch entscheidend verbessert.

25 Bevorzugt sind zumindest der Richtkoppler, der Zirkulator, der Signaldetektor und der Controller bzw. Mikro-Controller dem Leistungsverstärker unmittelbar nachgeordnet.

Nach einer Ausgestaltung der Erfindung ist das steuerbare Anpassungsnetzwerk un-

30 mittelbar vor der Antenne angeordnet und über eine Steuerleitung mit den Kompo-

nenten zur Signaldetektor und Steuerung verbunden. Diese Konfiguration hat den Vorteil, dass der Empfangszweig automatisch mit angepaßt wird.

5 Nach einer ebenso bevorzugten Ausführungsform sind der Richtkoppler, der Zirkulator, der Signaldetektor und der Controller sowie das steuerbare Anpassungsnetzwerk als Modul ausgebildet und dem Leistungsverstärker unmittelbar nachgeordnet.

Die aktiven Komponenten des steuerbaren Anpassungsnetzwerkes können Varactor-Dioden, MEM-Schalter und dergleichen umfassen.

10

Die erfindungsgemäße Einrichtung kann im Zusammenhang mit der LTCC-Technologie ("Low Temperature Cofire Ceramics") eingesetzt werden, indem der Richtkoppler, der Zirkulator und die passiven Komponenten des steuerbaren Anpassungsnetzwerkes in ein LTCC-Substrat unter Verwendung von Ferrit-Material integriert werden.

15

Der Signaldetektor, der Controller und die aktiven Komponenten des steuerbaren Anpassungsnetzwerkes können in einem Halbleiterchip integriert werden.

20

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur dynamischen Anpassung der Impedanz kommt in einem Kommunikationsgerät, insbesondere einem Mobilfunkgerät, zum Einsatz. Sie verbessert wesentlich die Effizienz des Mobilfunkgerätes und stabilisiert den darin enthaltenen Leistungsverstärker.

25

Schließlich definiert die Erfindung auch ein Verfahren zur dynamischen Anpassung der Impedanz zwischen einem Leistungsverstärker und einer Antenne, dadurch gekennzeichnet, dass Betrag und Phase sowohl des zur Antennen laufenden Signals als auch des gesamten an der Antenne reflektierten Signals ausgewertet werden, um den gegenwärtigen Impedanzwert der Antenne zu ermitteln, und ein steuerbares Anpassungsnetzwerk mit aktiven und passiven Komponenten entsprechend dem ermittelten

30 Impedanzwert der Antenne korrigiert wird.

Im folgenden soll die Erfindung anhand der beigelegten Zeichnung näher erläutert werden. Dabei zeigt:

Figur 1 ein schematisches Schaubild des Hochfrequenz-Front-Ends eines Mobilfunkgerätes mit einer modular ausgebildeten Einrichtung zur dynamischen Anpassung der Impedanz zwischen Leistungsverstärker und Antenne gemäß der vorliegenden Erfindung;

Figur 2 ein Blockschaubild des Moduls aus Figur 1; und

Figur 3 ein Schaubild ähnlich der Figur 1, wobei die erfindungsgemäße Einrichtung jedoch durch zwei Teilmodule realisiert ist.

Figur 1 zeigt in schematischer Ansicht das Hochfrequenz-Front-End eines Mobilfunkgerätes, bei dem ein aus einem Leistungsverstärker 10 austretendes Signal durch ein Modul 20, welches die dynamische Impedanzanpassung besorgt und im Zusammenhang mit Figur 2 noch näher beschrieben wird, geleitet wird, bevor es durch einen Duplexfilter 40 zu einer Antenne 30 gelangt. Der Vollständigkeit halber ist auch der Signalweg für ein von der Antenne 30 aufgenommenes Signal gezeigt, welches wiederum durch den Duplexfilter 40 zu einem LNA-Verstärker 50 (low noise amplifier) geleitet wird. Das Modul 20 sorgt einerseits dafür, dass die Antenne 30 optimal an den Leistungsverstärker 10 angepaßt wird, so dass im Normalfall die gesamte Ausgangsleistung des Leistungsverstärkers 10 als Sendeleistung zur Verfügung steht. Andererseits wird der Leistungsverstärker 10 vor gegebenenfalls zurückgestreuter Leistung geschützt, was etwa bei drastischen Impedanzänderungen der Antenne 30, die außerhalb des Steuerbereiches des Moduls 20 liegen, auftreten kann. Das Modul 20 erfüllt damit zusätzlich die Funktion eines Isolators.

Die Kombination dieser Eigenschaften wird mit einem Aufbau erreicht, wie er als Blockschaubild in Figur 2 dargestellt ist. Ein Richtkoppler 200 koppelt einen Anteil des

zur Antenne 30 laufenden Signals aus und liefert es an einen Signaldetektor 220 zur Auswertung. Der nicht ausgekoppelte Hauptanteil des Signals läuft durch einen Zirkulator 210 und passive Komponenten 250 des Anpassungsnetzwerks zur Antenne (in Figur 2 nicht dargestellt). Der Zirkulator 210 sorgt weiterhin dafür, dass das gesamte an der Antenne reflektierte Signal ebenfalls zum Signaldetektor 220 gelangt. Der Signaldetektor 220 gibt Betrag und Phase sowohl der zur Antenne laufenden Leistung als auch der reflektierten Leistung über eine Steuerleitung an einen Mikro-Controller 230 weiter. Dieser wertet die Information aus und korrigiert entsprechend die Anpassung der aktiven Komponenten 240, die zusammen mit den passiven Komponenten 250 das steuerbare Anpassungsnetzwerk bilden. Als steuerbare Kapazitäten können dabei Varactor-Dioden eingesetzt werden; auch die Verwendung von MEM-Schaltern (mikroelektromechanischer Schalter) ist möglich. Der Richtkoppler 200, der Zirkulator 210 und die passiven, also nicht steuerbaren, Komponenten 250 des steuerbaren Anpassungsnetzwerks sind in ein LTCC-Substrat 260 integriert. Auf dem Substrat 260 sitzt ein Halbleiterchip 270, der den Detektor 220, den Mikro-Controller 230 und die aktiven Komponenten 240 des steuerbaren Anpassungsnetzwerkes enthält.

Wesentlich für die Erfindung ist die Verwendung des Zirkulators in der beschriebenen Weise. Ansonsten gibt es verschiedene Möglichkeiten, den Aufbau der Einrichtung zu variieren.

Ein Beispiel dafür ist in Figur 3 veranschaulicht. Ein Teilmodul 22 weist den Zirkulator, den Richtkoppler, den Signaldetektor und den Mikro-Controller in der Anordnung auf, wie sie auch in Figur 2 gezeigt ist. Das Teilmodul 22 befindet sich direkt am Ausgang des Leistungsverstärkers 10. Das Anpassungsnetzwerk mit den aktiven und passiven Komponenten ist als zweites Teilmodul 24 unmittelbar vor der Antenne 30 angebracht. Diese Konfiguration hat den Vorteil, dass zugleich mit dem Sendezweig auch der Empfangszweig angepaßt wird. Eine dynamische Anpassung des Empfangszweigs ist nur auf diese Weise möglich, da das empfangene Signal selbst sehr schwach ist und somit eine direkte Detektion eine aufwendige und kostspielige Elektronik erfordern würde.

PATENTANSPRÜCHE

1. Einrichtung zur dynamischen Anpassung der Impedanz zwischen einem Leistungsverstärker und einer Antenne, mit
- einem Zirkulator (210), welcher ein vom Leistungsverstärker (10) an einem ersten Port erhaltenes Signal über einen zweiten Port an die Antenne (30) leitet und das an der Antenne (30) reflektierte, am zweiten Port erhaltene Signal durch einen dritten Port ableitet; und
 - einem Anpassungsnetzwerk (24, 240, 250);
- dadurch gekennzeichnet,
- dass ein Richtkoppler (200) einen Anteil des von dem Leistungsverstärker (10) zur Antenne (30) laufenden Signals, aus dem Betrag und Phase des Signals ableitbar sind, an einen Signaldetektor (220) auskoppelt; und der Zirkulator (210) das gesamte an der Antenne (30) reflektierte Signal in den Signaldetektor (220) leitet;
- wobei der Signaldetektor (220) Betrag und Phase sowohl des zur Antenne (30) laufenden als auch des an der Antenne (30) reflektierten Signals an einen Controller (230) gibt, welcher die vom Signaldetektor (220) erhaltene Information auswertet, um den gegenwärtigen Impedanzwert der Antenne (30) zu ermitteln und das aktive und passive Komponenten enthaltende steuerbare Anpassungsnetzwerk (24, 240, 250) mit entsprechend dem ermittelten Impedanzwert der Antenne (30) zu korrigieren.

2. Einrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest der Richtkoppler (200), der Zirkulator (210), der
Signaldetektor (220) und der Controller (230) dem Leistungsverstärker (10)
unmittelbar nachgeordnet sind.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das steuerbare Anpassungsnetzwerk (24) unmittelbar vor der Antenne (30)
angeordnet ist.
4. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Richtkoppler (200), der Zirkulator (210), der Signaldetektor (220)
und der Controller sowie das steuerbare Anpassungsnetzwerk (240, 250) als
Modul (20) ausgebildet und dem Leistungsverstärker (10) unmittelbar
nachgeordnet sind.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die aktiven Komponenten (240) des steuerbaren Anpassungsnetzwerkes
Varactor-Dioden, MEM-Schalter und dergleichen umfassen.
6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Richtkoppler (200), der Zirkulator (210) und die passiven
Komponenten (250) des steuerbaren Anpassungsnetzwerkes in ein LTCC-
Substrat (260) integriert sind.

7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Signaldetektor (220), der Controller (230) und die aktiven
Komponenten (240) des steuerbaren Anpassungsnetzwerkes in einem
Halbleiterchip (270) integriert sind.
8. Kommunikationsgerät, insbesondere Mobilfunkgerät, mit einer Einrichtung
zur dynamischen Anpassung der Impedanz zwischen einem Leistungsverstärker
und einer Antenne nach einem der Ansprüche 1 bis 7.
9. Verfahren zur dynamischen Anpassung der Impedanz zwischen einem
Leistungsverstärker und einer Antenne,
dadurch gekennzeichnet,
dass Betrag und Phase sowohl des zur Antenne (30) laufenden Signals als auch
des gesamten an der Antenne (30) reflektierten Signals ausgewertet werden, um
den gegenwärtigen Impedanzwert der Antenne (30) zu ermitteln; und
ein steuerbares Anpassungsnetzwerk (24, 240, 250) mit aktiven und passiven
Komponenten entsprechend dem ermittelten Impedanzwert der Antenne (30)
korrigiert wird.

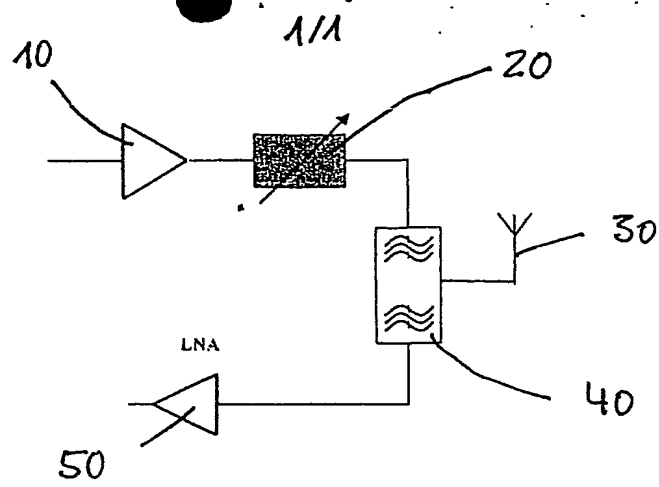


Fig. 1

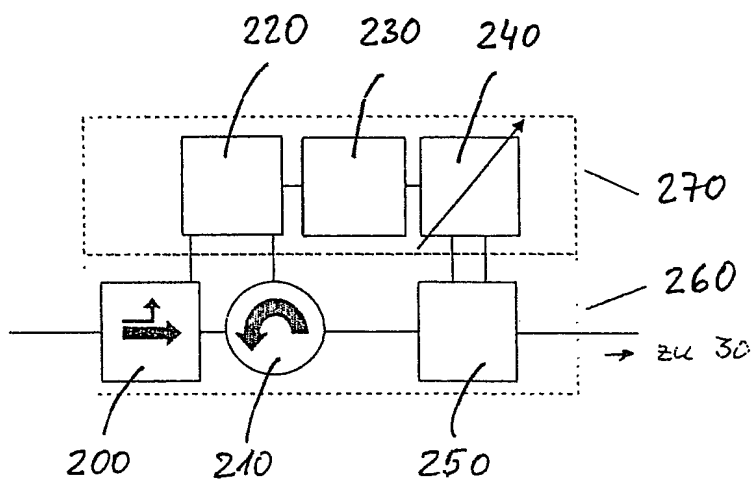


Fig. 2

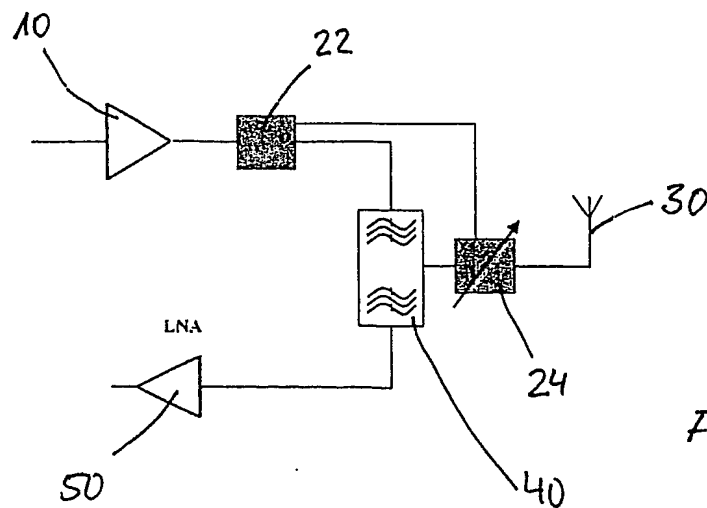


Fig. 3